

Что нового?

Форум

Имя

Пароль

Вход

Google™

Пользовательский поиск

Товары

Новые сообщения

Справка

Календарь

Опции форума

Навигация

Правила форума

Расширенный поиск

[Форум](#)
[Тематические](#)
[FAQ, технологии, электронные компоненты и измерения](#)
[Подготовка FAQ](#)

FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках

Если это ваш первый визит, рекомендуем почитать [справку](#) по сайту.
 Для того, чтобы начать писать сообщения, Вам необходимо [зарегистрироваться](#).
 Для просмотра сообщений регистрация не требуется.
 Забыли пароль? Нажмите [ЗДЕСЬ!](#)
 Для повторного запроса письма на активацию учетной записи нажмите [ЗДЕСЬ](#).

Страница 3 из 9
 1 2 3 4 5 ...

Показано с 41 по 60 из 168

Тема: **FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках**

[Перейти к новому](#)
[Опции темы](#)

05.10.2007, 01.51

#1

Vlad Bo

Старый знакомый
 Автор темы



Регистрация: 17.07.2004
 Адрес: Москва
 Возраст: 42
 Сообщений: 544

FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках

Подготовлено по материалам [одноимённой ветки](#).

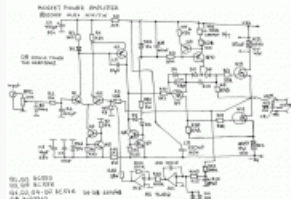
На вопросы, от первого лица, отвечает [Alex Nikitin](#).

Часть 1. Усилитель Никитина на N-канальных полевиках.

Это переработанный вариант на основе схемы разработанного мной и уже давно снятого с производства усилителя **Creek 4330** (выпуска примерно 1997 года).
 Почти в точности такая схема у усилителя, который я и сейчас использую дома.

Схема усилителя здесь:

<http://www.ant-audio.co.uk/circuits/MOSFET1.gif>



949x707 92kb GIF

Как видите, схема довольно простая с небольшим количеством деталей.

Выходная мощность при питании ± 35 Вольт примерно 40 Вт на 8 Омах, 65-70 Вт на 4 Ом.

Выходные транзисторы помещены на теплоотвод с тепловым сопротивлением не больше 1-1,5 градусов на Ватт, закреплены прижимом сверху алюминиевым блоком 10x10x45мм, изоляция **ОБЯЗАТЕЛЬНО** слюдяная с теплопроводящей смазкой с обеих сторон. **Никаких мягких прокладок на TO220 - спалите усилитель**. Из-за изоляции резко уменьшается тепловая постоянная времени, что чревато тепловым убеганием при нагрузке. По этой же причине нельзя использовать силиконовые ("резиновые") прокладки — **только слюду или керамику с термопастой(!)** или же монтаж транзистора на медной пластине 5-10 кв. см, а потом уже изоляция самой пластины силиконовой изоляцией.

Q9 должен иметь хороший тепловой контакт (со смазкой) с теплоотводом выходных транзисторов и лучше всего прямо между ними. Величина R15 определяет крутизну температурной компенсации и может быть слегка изменена для другого типа выходных транзисторов.

Может потребоваться подбор в небольших пределах R15 (150-330 Ом) для правильной температурной компенсации тока покоя. Если ток покоя с нагревом увеличивается, то сопротивление надо уменьшить. и наоборот. Лучше сделать небольшой отрицательный наклон, чтобы с прогревом теплоотвода ток покоя бы слегка уменьшался - процентов на 10-15 после работы на полной мощности в течение некоторого времени.

Теплоотвод желательно заземлить.

Не показаны на схеме цепи питания, в том числе питания ОУ ($\pm 15\text{В}$). Основной блок питания может быть от ± 25 до ± 35 Вольт с ёмкостью сглаживающих конденсаторов от 6800 до 10000 мкФ на два канала, защищённый плавкими предохранителями на 3-4 А («медленными», с буквой Т) на **ВХОДЕ** выпрямительного моста, то есть последовательно с каждой половиной вторичной обмотки трансформатора.

Выходной каскад (начиная с Q8) прекрасно работает и без ООС, имеет низкое выходное сопротивление (около 0,1 Ом) и искажения порядка 0,2% на 8 Ом нагрузки при токе покоя в 100 мА. При увеличении тока покоя искажения резко уменьшаются. Никакой асимметрии выходного сопротивления плеч здесь нет в силу местной петли ООС. Это хороший повторитель и без ООС, поэтому он неплохо работает и при замкнутой петле, поскольку он не «опирается» на неё для достижения высокой линейности и низкого выходного сопротивления. Полус тоже не очень низкий — если мне не изменяет память, искажения в этой схеме начинают расти где-то с 2-3 кГц. Естественно, более высокий полус был бы лучше, но привёл бы к усложнению схемы. Также и насчёт класса АВ — за эти деньги получить 40 Вт в классе А было бы трудновато. Кстати, этот каскад при наличии хорошего теплоотвода и пониженного питания можно вполне сместить ближе к классу А.

В моём выходном каскаде транзистор драйвера работает в классе А и, безусловно, одноктактный. Но выход в целом двухтактный и совершенно симметричный, если не касаться работы при ограничении (но это при необходимости лечится). Понятно, что одноктактного класса В или АВ не бывает. В моей схеме выходные транзисторы управляются точно противофазными напряжениями на затворах, и могут быть смещены в В, АВ или А, во всех случаях — двухтактный каскад

Интересное свойство этого выходного каскада — это симметричное ограничение по току, но для весьма больших значений: 30-35А в пике для показанных на схеме транзисторов.

Мне не понятен момент, почему используют ключевые полевика с малыми токами покоя? Ведь происходит значительное изменение крутизны на периоде сигнала, соответственно и вых. сопротивления каскада. ООС конечно всё исправит...

Так понятно, что одноктактный класс А — лучше всего. Но иногда ведь и мощность нужна, и цена ограничена. На самом деле при токе покоя 70-100 мА уже всё не так плохо, даже без ООС, при этих токах линейность уже хорошая, а рассеиваемая мощность невелика. Самое забавное, что даже на слух у этой схемы есть вполне определённая точка оптимального тока покоя режима АВ, как раз около 70 мА (она несколько зависит от остальных «настраиваемых элементов» — БП, серво и т.д.). Поэтому лучше всего точную настройку тока покоя проводить последней — в пределах 5-10%, и желателен многооборотный подстроечник.

А не найдётся ли у Вас несколько минут рассказать про правильное проектирование и настрок серво-усилителя? Что делает серво "немузыкальным" и как этого избежать?

Кроме возможных очевидных проблем (сервоканал не должен добавлять шумов и искажений, нормально реагировать на перегрузку УМ, в том числе и асимметричным сигналом, иметь достаточный диапазон регулировки и т.д.), полезно ещё настроить серво на слух под конкретные усилитель и блок питания - проще всего в обсуждаемой схеме путём замены R28 на переменник 47К (лучше сдвоенный для настройки двух каналов одновременно), последовательно с ограничивающим минимальное значение сопротивления резистором (скажем 4К7). Кроме того, в некоторых случаях можно попробовать фильтр второго порядка, поставив конденсатор в 100-220 нФ параллельно R27, подобрав его по отсутствию выброса на АЧХ в области инфранизких частот или по хорошей форме меандра на 20-30 Гц. Вообще настроить серво не так просто, поскольку это должна быть последняя «точная» настройка на слух, после того, как правильно выбраны основные параметры и компоненты блока питания, установлен оптимальный ток покоя выходного каскада и т.д.

В некоторых случаях можно улучшить согласование конкретной пары «акустика-усилитель» путём регулировки серво. На усилителе мощности Creek A52SE настройка серво была выведена на переднюю панель как раз для этого.

А можно поподробнее о блоке питания?

Там нет ничего сверхъестественного — тороидальный трансформатор на 120 Вт габаритных, 2 вторички по 25В, затем предохранители на 3 А (Т), мост, с диодами шунтированными 10нФ (или Шоттки без шунтирования — это лучше), и примерно 10000 мкФ сглаживающих конденсаторов (ставили 3 по 3300х35В в параллель в каждом плече). Питание общее для двух каналов.

Ты считаешь, что запас по мощности, индукции не обязателен?

Запас — это понятие относительное. Запас по индукции — дело хорошее, а вот запас по мощности — не обязательно. Скажем, для этой схемы, 120-Ваттный тороид на оба канала хорошо работает. Если увеличить размер трансформатора, то изменится динамика блока питания и это приведёт к изменению реакции усилителя на сигнал. Мы выпускали два варианта 4330 — «просто» и 50-Ваттный 4330SE, с 160-Ваттным трансформатором. Так вот «SE», несмотря на все усилия, слегка терял в музыкальности и не был столь универсален, как 40-Ваттный 4330. И связано это было именно с изменением параметров трансформатора — 160-ваттник был существенно «жестче» и изменял динамику усилителя не в лучшую сторону. Даже вроде одинаковые трансформаторы от разных производителей, бывало, работали по-разному, в зависимости от того, например, был ли пропитан сердечник: с непропитанным усилитель звучал лучше, именно из-за более «мягкой» реакции на большие импульсные токи зарядки конденсаторов.

Короче, сетевой трансформатор влияет на динамику и есть оптимальные его параметры для конкретных условий (схемы, напряжения обмоток и мощности). К сожалению, мне так и не удалось провести какие-либо разумные исследования по поводу этих параметров, в основном выбор производился методом слегка научного тыка, со сравнением разных конфигураций блока питания и последовательным приближением к оптимальной.

Часть 2. Аудиофильская.

Я вот постов Димы Андронникова начался, и теперь в голове засела мысль, что мощные полевика это вообще не для звука.

По обычным схемам — безусловно, я сам их не люблю. Особенно «комплементарные» варианты на переключательных транзисторах, когда при всех усилиях получается сильная асимметрия из-за физики самих полевиков. А так называемые «аудио» варианты, помимо дикой цены имеют поразительно низкую эффективность и не любят больших токов, так что их надо ставить по десятку в параллель, а любые параллельные включения для звука, с моей точки зрения, просто убийственны. Собственно я и сделал эту схему в 1992-ом, чтобы уйти от недостатков и ограничений обычных схем с полевиками.

И насколько лучше этот выхлоп, чем классический, из того же СА А3i?

Существенно лучше. Даже в этом простейшем варианте звук может быть значительно точнее и разрешение по музыкальной информации выше. Не надо забывать, что приведённая схема — это дешёвый вариант. В какой-то степени я предпочитаю звучание этой простой схемы звуку более изощрённой и технически существенно более совершенной схеме 5350. При правильной «настройке» серво и блока питания эта схема на удивление музыкальна.

В чем проявляется разница по звуку?

Я помню, как на одной из выставок играла связка из 4330 и 12-х Эпосов. Народ шёл по коридору мимо открытой двери в комнату и большинство непроизвольно поворачивали голову на звук этой системы. Потом смотрели на табличку над дверью, говорящую «Creek Audio», и трясли головой, отгоняя наваждение, поскольку марка всегда была ассоциирована с дешёвой бюджетной аппаратурой. А те, кто заходили в комнату, обычно не верили, что это играет самая дешёвая система и спрашивали: «Где же спрятан сабвуфер?».

Про звучание 4330 один из известных комментаторов в "Stereophile" как-то сказал примерно так: «Если бы мне этот усилитель попался в то время, когда я только стал интересоваться аппаратурой, я бы сказал себе — звучит вроде как надо, какую бы ещё музыку послушать... и никогда не стал бы аудиофилом.»

Я, как ни странно, следую именно этому — у меня дома стоит 4330 и я им вполне удовлетворён.

Вот, кстати, немало людей примерно так же на это смотрят:
http://www.audioreview.com/Integrate...8_2717crx.aspx

Особенно вот это :

<http://www.audioreview.com/Integrate...x.aspx#reviews>

Вот по ссылке, можно посмотреть результаты теста на интермодуляцию для 5350, который использует ту же идею выходного каскада. Результат существенно лучше большинства других усилителей, измеренных в Stereophile:

<http://stereophile.com/amplification...27/index7.html>

Вот для сравнения измерения MF A3.2 в той же ценовой категории:

<http://stereophile.com/amplification...16/index4.html>

Кстати, интересно, какая верхняя граница частотного диапазона заявляется у 4330?

Малосигнальная АЧХ имеет завал на 3 дБ примерно на 50 кГц в результате применения входного ФНЧ. Скорость нарастания выходного напряжения не меньше 30-35 В/мкс, то есть полоса полной мощности, ограниченная этим, где-то 200 кГц. Это обеспечивает достаточный запас.

Добавлено через 1 минуту

Часть 3. Схемотехническая.

А что дает кусок провода 15см между точкой соединения Q11, Q12 и выходом?

Заменяет собой индуктивность. Провод желательно многожильный сечением где-то 0,5 кв. мм. Его обычно хватает для обеспечения стабильности на ёмкостной нагрузке.

Без этого провода или небольшой индуктивности, как я написал, выходной каскад может иногда возбуждаться при работе на сравнительно небольшие ёмкости (5-10 нФ). Полезно проверить стабильность на прямоугольном сигнале 1кГц с набором ёмкостей от 5000пФ до 1-2 мкФ.

В целом рекомендую на выход поставить ещё последовательно цепь из резистора 3Вт 1 Ом параллельно с намотанными на него 10 витками эмалированного провода диаметром 1 мм. Это в целом обеспечит хорошую стабильность на реактивной нагрузке даже при не слишком удачной разводке.

Какова роль в исходной схеме диодов D2 и D3?

Они не дают Q6 входить в насыщение и, соответственно, задерживаться с выходом из него при ограничении. Это заметно улучшает поведение усилителя при ограничении на ВЧ.

А три диода (D4-6) в цепи сигнала не много?

Диоды необходимы для защиты выходных транзисторов. Их нелинейность влияет крайне незначительно, особенно потому, что они включены по току дифференциально, то есть когда сопротивление у одного уменьшается, у второго оно растёт, а для сигнала они включены последовательно, поскольку выходное сопротивление генератора тока велико. И в рабочем диапазоне токов их нелинейности в большой степени компенсируются. Это, так сказать, теория, а из практики добавлю, что и с ними звучит неплохо.

Каково назначение резисторов R21,R22? Для симметрии? 😊

При определённых условиях они улучшает симметрию при ограничении на выходе. 😊

А вообще — как защита от КЗ по выходу! Причём, с минимальным влиянием на работу усилителя.

Дело в том, что я натолкнулся на это решение случайно. Я решил детально исследовать процессы, происходящие в выходном каскаде при КЗ и поставил эти два резистора просто как токовые датчики, правда по 0,05 Ома. Когда я посмотрел в деталях, что происходит, оказалось, что иногда возникает очень кратковременная перегрузка нижнего транзистора по напряжению на затворе — «игла» напряжения, которая, как выяснилось и приводила к разрушению транзисторов в серийных аппаратах. Похоже, что это было связано с

кратковременным самовозбуждением при КЗ. Резисторы полностью убрали возможность возникновения этого эффекта, плюс они принимают на себя основную мощность теплового удара при КЗ. Я довольно скоро выяснил, что при увеличенных до 0,33-0,47 Ом номиналах этих резисторов выходной каскад не сгорает при относительно длительном КЗ. Я сначала ставил 3-х ваттные проволочные, но они выдерживали не больше 2-3 тепловых ударов, потом перегорали. С 6-ваттными "Meggit" импульсная рассеиваемая мощность оказалась достаточна для многих циклов работы в таком режиме. После того, как мы начали ставить эти резисторы в выходной каскад, у нас практически сошли на полный ноль отказы ВК в эксплуатации, которые до этого были хотя и невелики в процентном отношении, но регулярны, в основном как результат КЗ на выходе.

Да, при такой защите транзисторы (по даташитам) всё равно выскакивают из ОБР.

Но не надо забывать, ток ограничен и источник питания просаживается. С этими резисторами выходной каскад выдерживает КЗ достаточно долго для перегорания «медленных» предохранителей во вторичке трансформатора. Убить MOSFET реально можно только двумя способами — перегреть или пробить затвор. Резисторы существенно помогают предотвратить и то и другое. Разумеется, они не способны защитить транзисторы при долговременном КЗ, но это и не нужно при наличии предохранителей или системы отключения выхода при перегрузке БП.

Эти резисторы уменьшают U_{ds} выходных транзисторов, что ведёт к увеличению межэлектродных емкостей. А ведь ещё будет и просадка БП. По крайней мере в симуляторе видно увеличение искажений на частоте 10кГц и больших амплитудах на выходе.

Этот эффект относительно мал, а искажения на уровнях, близких к ограничению, вообще не являются большой проблемой. Я неоднократно прослушивал усилители с одновременным контролем выходного сигнала на осциллографе. Так вот, даже ограничение сигнала на пиках музыки становится сильно заметным на слух только когда оно частое и относительно длительное. И люди без особых раздумий выкручивают ручку громкости вправо и слушают музыку с удовольствием даже при явно обрезанных пиках.

Это, разумеется, приятно — иметь низкие искажения при полном размахе, но, как выясняется, не слишком важно в реальной жизни. Не забывайте, что разница между половиной и полной выходной мощностью — всего 3 дБ. Поэтому, как ни странно, куда важнее работа усилителя вблизи нуля, в области малого сигнала.

На слух результат установки этих резисторов заметен и, как ни странно, в целом скорее положителен. В самом начале я даже ставил перемычки, чтобы можно было бы быстро удалять эти резисторы из схемы, и прослушивание показало, что на больших громкостях с резисторами звук был скорее лучше, вероятно в результате более симметричного ограничения, а на малых громкостях их наличие практически не было заметно.

Хитрое включение какое-то — эмиттер транзистора УН-а тоже к диф. каскаду присобачен. Какие-нибудь преимущества перед классическим каскадом с ОЭ (у которого вообще-то одни сплошные недостатки)?

Это включение было применено в одном из первых сверхскоростных ОУ — гибридном LH0024 от National. Тут более полно используется размах тока дифкаскада и несколько увеличивается линейность за счёт местной ООС.

Чем лучше такое подключение Q3 к диф.каскаду?(вроде K_u будет меньше чем у классической схемы)

Усиление уменьшается, а скорость и линейность увеличиваются.

Почему УН работает практически без нагрузки (активной)?

Дополнительная нагрузка для УН должна уменьшить его выходное сопротивление, это вроде должно быть хорошо.

В данном случае лучше не будет. Это хорошо только для биполярного выходного каскада, поскольку там от этого зависит выходное сопротивление усилителя при разорванной петле ООС. Здесь же нагрузка у УН практически чисто ёмкостная, то есть падающая на высоких частотах, а выходное сопротивление УН падает на ВЧ в любом случае за счёт ООС через C_5 и проходную ёмкость Q_3 . Так что, я думаю, единственное, чего можно здесь добиться дополнительной активной нагрузкой на выходе УН - это уменьшения усиления и увеличения искажений на НЧ.

Скорее приведение их в соответствие с искажениями на СЧ/ВЧ.

Первые варианты 4240 и A42 имели дополнительную петлю ООС с выхода УН, ограничивая глубину ООС с выхода глубиной примерно в 20дБ практически во всём диапазоне ЗЧ. Но позже выяснилось, что в такой простой схеме это приносит звучанию скорее вред, чем пользу.

А УН в этой схеме лучше, чем на полевике в А3i?

Нет. Тут нет резисторов в дифкаскаде, Ку существенно меньше, интермодуляции в УН будут выше, чем там. Существенно улучшенный УН стоит в 5350, но его я пока показать не могу... Тем не менее звучит этот УН в целом хорошо.

Почему не поставили резисторы в эмиттеры дифкаскада?

В этой схеме усиление с разомкнутой петлёй ООС и так не велико, и без усложнения схемы эти резисторы в целом ухудшают звук. В старшей модели (5350) я применил более сложный УН с двойным комплементарным дифкаскадом на входе и там эти резисторы имеются.

Какой допустимый разброс диф. каскада транзисторов Q1-Q2?

Q1-Q2 мы никогда специально не подбирали, разница будет только во входных токах, а здесь это не важно.

А какие конденсаторы у вас стояли после выпрямителя (тип)? Учитывая достаточно скромные номиналы можно ведь, при необходимости, и на Elny RJIH или Panasonic FC разориться

В оригинале стояли либо по 3 в параллель по 3300 мкФ 35В (10000 в плечо), либо по 5 в параллель 2200мкФ 50 В (11000 в плечо), Samwha RZ (если правильно помню) или Panasonic FC.

ELNA тоже подойдёт.

Я нашёл Samwha серии SD и RD. Что это за конденсаторы, и можно-ли их применять в вашем усилителе?

Вполне можно. SD — стандартная серия на 85С, вполне приличные, мы их и применяли в 4330. RD — то же стандартные, но на 105С, в целом несколько лучше, чем SD.

Вот ссылка на их каталог:

http://www.samwha.co.kr/upload/CAT_E...657580001.html

А какие типы кондеров (не электролитов) были в оригинальной схеме?

Все неэлектролиты — плёнка, керамику мы не использовали.

C1, C5, C7 - полистирол или полипропилен.
Можно и слюду.

Остальные — полиэстер (лавсан). В оригинальной схеме стабилитроны шунтировались не полипропиленом, а лавсаном (типа MKS)-а.
В этих местах качество конденсаторов не так критично.

Часть 4. О возможных заменах.

Эта схема хорошо сбалансирована, и в известной степени её лучше делать «как есть». Как ни странно, при всей её простоте она заняла почти год времени на разработку и доводку. Есть несколько мест, которые можно «улучшить», начиная с улучшения УН и кончая отдельным питанием для УН и подъёмом напряжения на ИТ и установка на него каскода из IRF9610, уменьшая температурную модуляцию ИТ. Но тогда это всё надо будет «настраивать» заново, и результат, безусловно, будет утешителен для приборов, но не обязательно приятнее для ушей

К сожалению, выходные ни на что заменять не рекомендую. Можно поставить HUF76633P3, но при этом лучше ограничить мощность 30 Ваттами на канал.

Требования к выходным MOSFET-ам простые: низкое напряжение открывания («logic level»), мощность рассеяния не меньше 120 Вт, максимальный ток не

меньше 20-25А. Но любые замены выходных транзисторов могут повлиять на ряд параметров, в том числе на стабильность и на сопротивляемость короткому замыканию. Показанный на схеме вариант при правильной сборке и разводке может выдержать КЗ на выходе вплоть до перегорания предохранителей в цепях вторичной обмотки трансформатора (повторять это часто тем не менее не рекомендуется).

Можно ли в качестве выходной пары применить другие полевика с низким напряжением открытия? (Например у IRFP150N это 2-4В)

Можно, но они потребуют существенного повышения тока через Р-канальный полевик и источник тока. С ними как раз придётся применить IRF9610, поскольку возрастёт рассеиваемая мощность. Полезно и Q10 заменить на такой же IRF9610 на радиаторе.

Ещё потребуется изменение схемы — увеличение питающего напряжения для источника тока и УН, увеличение тока ИТ до 30-50 мА, замена R15 на ИОН 1,2В для корректной температурной компенсации тока покоя, соответствующее изменение R18, R20.

Кроме этого, сильно увеличится падение напряжения на «верхнем» выходном транзисторе и для симметричного ограничения надо увеличивать напряжение питания источника тока.

Зачем увеличивать ток ИТ? Ведь по межэлектродным емкостям IRFы даже немного лучше HUF-ов?

У них крутизна раза в 2-3 меньше, а сопротивление ЗИ придётся увеличить вдвое при том же токе ИТ. То есть, для сохранения временных параметров (скорости нарастания/спада выходного тока), по сути, надо уменьшить ЗИ сопротивление вдвое, а напряжение на нём вдвое увеличить. Это приведёт к необходимости увеличения тока ИТ в 4 раза. Кроме этого, IRFP250, которые я пробовал, потребовали замены R17 и R19 на 68-100 Ом для стабильности, а это ухудшило звучание. Я тогда намотал по 40-50 витков провода на эти 100-омные резисторы и это заметно улучшило дело.

А если при замене на IRF150, закоротить R15?

Относительный температурный коэффициент напряжения отсечки у «нормальных» MOSFET-ов примерно раза в 3 меньше, чем у Vбэ Q9, соответственно к 0,6 ВVбэ надо добавить ещё 1,2В температурно независимого напряжения.

Для «логических» полевиков, как 76639, ТК только в 2 раза меньше ТК для Vбэ и R15 как раз выполняет роль температурно-независимой «опоры». Идеально туда надо регулируемый ИОН на 550-650 мВ. В последних вариантах 5350 я это так и сделал.

Я делал в 1993 году вариант этой схемы, кажется, на IRFP240. В качестве Р-канального транзистора и в источнике тока я применил IRF9610 на радиаторах, с током источника порядка 60 мА. Кроме этого, у «нормальных» полевиков с отсечкой в районе 3,5 Вольт другой температурный коэффициент напряжения отсечки, и надо компенсировать его по-другому. Я ставил в эмиттер транзистора-датчика температуры (на место R15 в обсуждаемой схеме) источник опорного напряжения на 1,2 В («band-gap reference») - и температурная компенсация получалась практически точной.

Короче говоря, применение не «logic level» транзисторов требует существенного изменения схемы. Уж лучше применить что-то типа IRL540/640 если HUF недоступны, для 40 Вт на канал они вполне подойдут.

ZVP3310 опять же нежелательно заменять, я так и не нашёл вполне полноценной замены.

На полном безрыбье можно поставить IRF9610 вместо ZVP3310.

Какие минусы в применении IRF9610 вместо ZETEXа кроме БОльших межэлектродных емкостей?

В принципе вроде ничего существенного. Соответственно несколько увеличиваются требования к УН, но в целом такая замена работает.

В качестве р-канального можно использовать ещё ZVP2110 или 2120 — это будет получше, чем 9610. Может потребоваться подбор в небольших пределах R15

(150-330 Ом) для правильной температурной компенсации тока покоя. Если ток покоя с нагревом увеличивается, то сопротивление надо уменьшить. и наоборот. Лучше сделать небольшой отрицательный наклон, чтобы с прогревом теплоотвода ток покоя бы слегка уменьшался — процентов на 10-15 после работы на полной мощности в течение некоторого времени.

Вроде как вместо экзотического ZPV3310 можно поставить более распространенный bss92?

Можно, но насколько я помню (я в своё время пробовал разные транзисторы в этом месте) он вёл себя хуже. Даже IRF9610 оказался лучше. К сожалению, выбор этого транзистора весьма важен. Возможно, что стоит попробовать и другие варианты — было бы интересно узнать о результатах.

Возможный и неплохой вариант — BSP92P.

Возможны и другие варианты. Попробуйте посмотреть, какие р-канальные MOSFET-ы доступны. Требования: $P > 0,6$ Вт, $V_{sd} > 100$ В, главное — возможно меньшие межэлектродные ёмкости. Не исключено, что что-то из японских вариантов окажется подходящим (типа 2SJ76, например) но у меня здесь они практически не водятся.

BC640 можно заменить на BD140 (только Филипс). Опять же другие замены возможны, но так как я их не проверял, то рекомендовать не могу.

Чем обусловлено применение во входном дифференциальном каскаде транзисторов BC550?

BC546-550 и комплементарные к ним 556-560 из моего опыта очень хорошо работают в звуке. Ну а если чем-то доволен, то нет большого смысла искать замену. BC550 на входе выбраны, так как они отобраны по шумам и усилению — можно и 546-е поставить, сильно хуже не будет.

Сообщение от **kaskod**

Ещё бы сюда вкинуть пристойные печати был бы полный фак 😊 Для ленивых

Работаю над этим.

Наиболее близкую к 4330 [нарисовал digitas](#) 😊 Можно взять её за основу.

[Оригинал печати \(отсюда\)](#), с которой она нарисована и схема [Creek 4330 \(отсюда\)](#) прилагаются.

Последний раз редактировалось Konkere; 04.04.2016 в 21.15.

Ответить с цитированием

28.03.2013, 12.41

#41

yuriy72

Зарегистрировался



Регистрация: 21.02.2013
Сообщений: 9



Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках

Можно ли заменить в схеме с "Улучшенным N-канальным выходным каскадом" полевика IRF9610 на IRF9620?

Ответить с цитированием

28.03.2013, 14.57

#42

Ulis

маньяк-теоретик



Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках

Сообщение от **yuriy72**

Можно ли заменить в схеме с "Улучшенным N-канальным выходным каскадом"



Регистрация: 29.01.2007
Адрес: Санкт-Петербург
Возраст: 41
Сообщений: 2.219

полевика IRF9610 на IRF9620?

У них емкость входная в два раза выше, чем у IRF9610, а это очень сильно заметно - ухудшается детальность, относительно оригинала .

Последний раз редактировалось Ulis; 28.03.2013 в 15.14.

Абсолютным чувством вкуса обладал только Прокруст
У всех остальных людей оно относительное

Ответить с цитированием

28.03.2013, 15.46

#43

yuriy72

Зарегистрировался



Регистрация: 21.02.2013
Сообщений: 9

Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках

Сообщение от Ulis

ухудшается детальность, относительно оригинала.

Обидно, купил последние два irf9610, тогда буду пока собирать по классической схеме пока, перемычку поставлю вместо полевика.

Еще вопрос, на сколько разброс h21э для BC546 критичен в данной схеме (мерил тестером, есть маленькие отклонения между транзисторами)?

Offтопик:

P.S.

плату протравил, установил кондюки, резисторы, начал паять транзисторы...

Ответить с цитированием

28.03.2013, 21.15

#44

Ulis

маньяк-теоретик



Регистрация: 29.01.2007
Адрес: Санкт-Петербург
Возраст: 41
Сообщений: 2.219

Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках

Маленькая разница - несущественна.

Абсолютным чувством вкуса обладал только Прокруст
У всех остальных людей оно относительное

Ответить с цитированием

27.04.2013, 16.37

#45

slon06

Новичок



Регистрация: 13.01.2013
Сообщений: 23

Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках

Нашёл где можно заказать HUF76639P3 минимальная партия 50шт AllChip.ru т.е 3тр

Ответить с цитированием

28.04.2013, 04.23

#46

slon06

Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках

Новичок	
	
Регистрация: 13.01.2013 Сообщений: 23	
Fairchild Semiconductor	
Ответить с цитированием	
28.04.2013, 13.15 #47	
slon06 ◦	
Новичок	
	
Регистрация: 13.01.2013 Сообщений: 23	
Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках	
я их сфотографировал но не получается выложить	
Ответить с цитированием	
28.04.2013, 19.26 #48	
Ulis ◦	
маньяк-теоретик	
	
Регистрация: 29.01.2007 Адрес: Санкт-Петербург Возраст: 41 Сообщений: 2.219	
Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках	
сюда не надо надо в http://forum.vegalab.ru/showthread.p...6-Фуффло/page49 и я свои посты потру, что бы не засорять FAQ	
Абсолютным чувством вкуса обладал только Прокруст У всех остальных людей оно относительное	
Ответить с цитированием	
05.07.2013, 02.52 #49	
- wilson -	
Гость	
Re: FAQ: Усилитель на N-канальных полевиках	
Сообщение от Vlad Bo	
C1, C5, C7 - полистирол или полипропилен.	
А как выглядит полистирольный или полипропиленовый конденсатор на 10 пикофард?	
Ответить с цитированием	
05.07.2013, 06.39 #50	
Alickkk ◦	
лентяй	
	
Регистрация: 30.12.2006 Адрес: Барнаул Сообщений: 3.086	
Re: FAQ: Усилитель на N-канальных полевиках	
- wilson -, ставь кермику COG/NPO	

Дони, не лезь в дебри...(с)

 Ответить с цитированием

22.07.2013, 16.58

#51

yuriy72

Зарегистрировался


 Регистрация: 21.02.2013
 Сообщений: 9

 Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках

Хорошо, что усилитель пускал через защитный выпрямитель.

<http://radiokot.ru/start/audio/amplifiers/02/>

Для этого на плату не устанавливал диодный мост. В минусовой цепи греется и начинает дымить 100 омный 2-х ватный резистор, на нем полностью происходит падение напряжения. С чего можно начать проверку усилка? На плате вообще ничего не греется 😞 Единственно поставил на плату в цепь питания два конденсатора по 3300 мкф, ну и два есть на защитном выпрямителе...

P.S.

Подстроечники выставлены на суммарное сопротивление с постоянным резистором на 100 Ом

Вывернул подстроечники в большее сопротивление, всё заработало, боюсь врубать в нормальном режиме...

Цитата от digitas:

...Вобщем сразу говорю новичкам ПОДСТРОЕЧНИК СТАВЬТЕ В СРЕДНЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ И КРУТИТЕ С УМОМ!.....я, незная этого...крутонул его в крайнике положение, сжег предохранители...думал канал сгорел, неа...вернул все обратно-ОК!Подстроечник нужно крутить оооооочень медленно, мне так и не удалось попасть в 35 милливольт...

<http://forum.vegalab.ru/showthread.p...l=1#post153941>

Усилитель работает, всё отлично!

Последний раз редактировалось yuriy72; 23.07.2013 в 20.01.

 Ответить с цитированием

20.08.2013, 13.22

#52

brand

Частый гость


 Регистрация: 27.04.2012
 Адрес: НОВОКУЗНЕЦК
 Сообщений: 201

 Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках

Как Ваше мнение в качестве выходных подойдут IRF6645, IRL2910, IRFR3412, IRFS4115, IRFB4321PBF, RJK1560DPP-M0.

И немного не понятно-HUF76639P(S)P3-180W, Vgs- +16, Id при Vgs=5v-50A, Vdss=100V

как из даташита видно, есть у него два достоинства-это по сути не меняющийся от Vgs(при 10,5,4v)=Rds(on)=0,023(28), ток только меняется с 51 до 34A. И второе возможность работать от 0 до 1V.

ещё интересно, самый лучший режим работы(по току)при Vdd=50V-34A.

Тогда не понятно, каким "местом" сюда подходит IRL540N-ни током 18A при 2,7 вольт, ни мощностью=89W, если только Id=30A при Vgs-10V(у HUF76639P при Vgs=10 вольт, ток 51A!!).

Может тогда, в начале перечисленные мной ПТ, пойдут как альтернатива IRL540N, но не HUF76639P конечно!?

А то, как мне кажется, Intersil-ловские HUF76639P, начала 1999 года, уже не выпускаются, а жаль интересные ПТ.

И есть ли смысл ставить последовательно по 2 IRL540N, как 5350-или уже сразу его делать, хотя и у этого звук классный, мощности только не хватает.

 Ответить с цитированием

23.08.2013, 01.31

#53

iRonin

Частый гость


 Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках

 Сообщение от brand

качестве выходных подойдут IRF6645, IRL2910

2910 может и пойдёт, входная ёмкость только великовата. 6645 без изменения схемы - нет, не logic-level.

Регистрация: 28.01.2007 Адрес: Хабаровск Возраст: 52 Сообщений: 116	Offтопик: <i>подделок тех же IRL много, брать только в приличном месте и мерять</i> Ответить с цитированием
24.08.2013, 06.27 #54	
brand ▾ Частый гость  Регистрация: 27.04.2012 Адрес: НОВОКУЗНЕЦК Сообщений: 201	Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках Что мерять ,емкость перехода,или напр.отсечки(у меня IRL) И не подскажите какой резистор отвечает за ток УНа,а то нигде не найду,и сколько он должен если УН на IRf6110,вроде в одном месте пишут 20-30 ма-в другом 40-50??? Ответить с цитированием
28.08.2013, 16.48 #55	
iRonin ▾ Частый гость  Регистрация: 28.01.2007 Адрес: Хабаровск Возраст: 52 Сообщений: 116	Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках Сообщение от brand Что мерять ,емкость перехода,или напр.отсечки(у меня IRL) Напряжение отсечки, под видом/маркировкой logic-level продают неизвестно что. Для данной схемы это критично - соотношение напряжения отсечки выходных и предвыходных транзисторов, Серый Мышь писАл: "Gate-Source Threshold Voltage" для P-тип полевика должен быть больше удвоенного напряжения Затвор-Исток выходных мосфетов в покое. Так мои IRL540N имели в покое 2.23В при токе покоя 200ма. но "двойной" размах у меня не $2.23 * 2$, а $0.7 + (1.53 * 2) = 3.76 \text{ В}$. (к меня диод в цепи управления, а 3.76В достаточно для 10 Ампер на выходе) . То есть P-мосфет не должен входить в насыщение, прежде чем обеспечится мах напряжение на затворе выходного мосфета. (у меня $> 3.76 \text{ В}$) Поскольку полевика имеют разброс в напряжении отсечкм, то желательно это проверить, перед тем как впаивать. Или доверять опыту Никитина." У настоящих, да из одной партии разброса нет. Ответить с цитированием
02.09.2013, 09.13 #56	
brand ▾ Частый гость  Регистрация: 27.04.2012 Адрес: НОВОКУЗНЕЦК Сообщений: 201	Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках Значит в P-канальных сколько Напряжение отсечки должно в "идеале" быть,если IRL540 в покое у меня 2.04В? Ответить с цитированием
06.10.2013, 23.39 #57	
viola ▾ Зарегистрировался	Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках Спасибо Алексею Никитину! собрал усилок по схеме Usil !! ----- Добавлено в 22:23 ----- Предыдущее сообщение в 22:22 ----- разводка плат и детали по схеме https://sites.google.com/site/nikkov...lnyh-



Регистрация: 12.02.2011
Адрес: г. Рязань
Сообщений: 1

[polevikah](#) второй вариант.

----- Добавлено в 22:27 ----- Предыдущее сообщение в 22:23 -----

Заменяю ZVP3310 на VP0109 -(хотя Алексей Никитин сомневался в этом) - всё прошло нормально ...без проблем испытал на 2-/6-3 ти нагрузки на 4х омном резисторе параллельно ему 0.47 мкф....температура нагрева через 25 ть мин +65 гр ...ток покоя с 80ти мл ампер снизился до 65 мл ампер

----- Добавлено в 22:35 ----- Предыдущее сообщение в 22:27 -----

что могу отметить....сравниваю с Марантцем 7200 -у которого 100Вт режим АВ и 25 Вт в режиме "А" я в Марантце такие различия мог ощущать только в режиме "А" ...и то..... не так заметно....а ту сразу всплыло....запись MP3 --звук хороший.....но.....что то не так....зжато всё....громкость большая....воздуха не хватает....и чётко разница между СД 44,1 Кгц и 176 Кгц и 192 Кгц во флаке с САСиДи....разница везде чувствуется...кто и как записал....на Марантце 7200 такая разница была минимальная...

----- Добавлено в 22:39 ----- Предыдущее сообщение в 22:35 -----

источник комп Пень i3й 2х ядерный ...звуковуха -Джулия ...ESI Juli@ (RTL) профессиональная... плеер Фубар 2000 через ASIO(и плагин воспроизводящий SACD и S-Play то же через ASIO)

Ответить с цитированием

30.11.2013, 14.59

#58

Grand_pro ▾

Частый гость



Регистрация: 22.06.2010
Сообщений: 119

Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках

Возможна ли установка транзисторов Q4-Q7 с напряжением К-Э 50 Вольт ?

Ответить с цитированием

30.11.2013, 15.24

#59

nsk71 ▾

Частый гость



Регистрация: 02.03.2013
Адрес: Новосибирск
Сообщений: 145

Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках

Сообщение от **Grand_pro** ▾

Возможна ли установка транзисторов Q4-Q7 с напряжением К-Э 50 Вольт ?

Q4,5,7-да . Q6 на удвоенное Упит

Ответить с цитированием

07.12.2013, 00.51

#60

Grand_pro ▾

Частый гость



Регистрация: 22.06.2010
Сообщений: 119

Re: FAQ: Усилитель Никитина на N-канальных полевиках

nsk71, спасибо. Не удалось сделать + - 35В. Получается только 36,5 😞

Q10 на радиатор нужно ставить?

Последний раз редактировалось Grand_pro; 14.12.2013 в 00.00.

Ответить с цитированием

Быстрый переход

Подготовка FAQ

Вверх

« FAQ по лабиринтам

Социальные закладки

- Digg
- del.icio.us
- StumbleUpon
- Google

Ваши права

- Вы не можете создавать новые темы
- Вы не можете отвечать в темах
- Вы не можете прикреплять вложения
- Вы не можете редактировать свои сообщения
- Вкл. **ВВ коды**
- Вкл. **Смайлы**
- Вкл. **[IMG]** код
- Вкл. **[VIDEO]** код
- Выкл. HTML код
- Правила форума**

-- VegaLab vB4 (light)

-- Russian (RU)

Обратная связь Вегалаб Архив Вверх

Текущее время: 13.54. Часовой пояс GMT +3.

Powered by vBulletin® Version 4.2.2
Copyright © 2016 vBulletin Solutions, Inc. All rights reserved.
Перевод: zCarot
Forum Modifications By Marco Mamdouh
Web Hosting